

МПК - 7 G01C21/00  
G01C21/24  
G01S3/789

## СИСТЕМА ДЛЯ ПОДСВЕТА ОБЪЕКТА

Изобретение относится к навигационной технике, а именно, к оптико-электронным системам автоматического сопровождения движущихся объектов.

Известны системы автоматического наведения и сопровождения движущихся целей, основанные на частотном, фазовом, амплитудном, на времязимпульсном и на амплитудно-фазовом принципах, которые могут быть использованы для подсветки объектов [1].

Известные координаторы формируют сигналы, пропорциональные составляющим угла рассогласования в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях управления. Эти сигналы поступают на следящий привод системы автоматического сопровождения цели, осуществляющий перемещение оптической системы координатора так, что в любой момент времени оптическая ось направлена на цель.

К причинам, препятствующим достижению ниже указанного технического результата при использовании известного устройства, относится то, что модуляция лучистого потока осуществляется механическим путём с помощью модулирующего диска, расположенного в фокальной плоскости объектива и приводимого во вращение постоянной скоростью электродвигателем.

Известно также двух карданное устройство для подвески с отклоняющим зеркалом для прецизионной оптической системы сужения, которое разработано фирмой TRW и предназначено для использования в составе оптической системы слежения [2].

В состав этого устройства входит карданный шарнир на гибкой подвеске, четыре электродинамических привода, ориентирующий механизм, устройство согласования уровней сигнала для сопряжения с ёмкостным датчиком смещения и электронный блок. Ёмкостный датчик служит для формирования сигналов углового рассогласования по двум осям. По обеим сторонам наружного кольца карданного подвеса располагаются два исполнительных механизма системы арретирования.

С наличием подвижных электромеханических узлов связана невысокая надежность и малое быстродействие указанных координаторов. Кроме того, конструкции этих координаторов не позволяют направить вдоль их оптических осей отраженных от зеркала лучей, а также известные координаторы цели осуществляют слежение только за целыми, попадающими в прямое поле зрения, при «потере» цели координатор не функционирует, т. е. в нем не предусмотрен режим поиска цели.

Наиболее близким устройством того же назначения по совокупности признаков к заявляемому изобретению является устройство для определения двухмерных координат объекта (координатор цели) [3]. Прототип содержит первый и второй линейчатые оптико-электронные преобразователи (ОЭП) с трансформирующими изображение оптикой, входы которых подключены к

выходу синхрогенератора, а выходы к входам соответствующих блоков выделения сигнала цели (пороговых элементов).

При этом линейчатые ОЭП-ы установлены взаимно перпендикулярно, так, чтобы оси вращения объектов проходили через оптические центры цилиндрических линз ОБ1 и ОБ2.

По взаимному запаздыванию (рассогласованию) строб импульса и сигнала цели ФУС1 и ФУС2 вырабатывают управляющие сигналы, знаки и величины которых пропорциональны угловым координатам цели в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях управления.

Однако, известный оптико-электронный координатор не позволяет наводить луч на объект и осуществить поиск цели в случае выхода его из поля зрения координатора.

Задача заявляемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей координатора путём обеспечения поиска наземной цели и его подсвета из космоса.

Технический результат при осуществлении изобретения заключается в том, что повышается точность измерения угловых координат цели, т. к. луч наводится на центр изображения цели.

Указанный технический результат при этом заключается в том, что в устройство, содержащее первое устройство наведения на объект, введено дополнительно второе устройство наведения, оптически сопряжённое с источником излучения, первый и второй вычитающие усилители, первые и вторые исполнительные органы и зеркало. При этом первые выходы первого и второго устройств наведения подключены к соответствующим входам первого вычитающего усилителя, а вторые выходы - к соответствующим входам второго вычитающего усилителя. Выходы первого и второго вычитающих усилителей подключены к входам соответствующих исполнительных органов, кинематически связанных с зеркалом.

Первое и третье устройства наведения имеют одинаковые структурные схемы и включают электрически связанные друг с другом координатор цели (КЦ), формирователь сигналов поиска (ФСП), первый и второй датчики углового положения (ДУП<sub>1</sub>, ДУП<sub>2</sub>) и коммутаторы, а также третий и четвёртые исполнительные органы (ИО<sub>3</sub>, ИО<sub>4</sub>), кинематически связанные с координатором цели и датчиками углового положения.

На фиг. 1 представлена блок-схема системы для подсвета, где:

- 1 - объект;
- 2 - источник излучения;
- 3, 4 - (1,2 соответственно) устройство наведения;
- 5, 6 - (1,2 соответственно) вычитающий усилитель;
- 7, 8 - (1,2 соответственно) исполнительные органы;
- 9 - первое зеркало;
- $\bar{n}$  - нормаль к поверхности зеркала 9 в начале системы координат OXYZ;
- 9' - второе зеркало;
- 10 - блок коммутации;
- 11, 12 - (3,4 соответственно) исполнительные органы;

13 - третье устройство наведения (УН<sub>3</sub>);  
 14 - схема поджига лазера;

На фиг.2 представлена функциональная схема блока коммутаций БК10 где:

15, 16 - (1,2 соответственно) коммутаторы;  
 17 - первый радиоприемник с антенной А;  
 18 - трехконтактный четырехпозиционный радиоуправляемый переключатель;  
 19 - источник единичного напряжения +V<sub>1</sub>;  
 20 - первый элемент «И<sub>1</sub>»;  
 21 - первый инвертор;  
 22 - радиопередатчик;  
 $V_{bx1}, V_{bx2}$  - первый и второй выходы;  
 $V_3, V_4, V_5, V_6$  - третий - шестой входы;  
 $IO_1, IO_2, IO_3, IO_4, +V_1$  - первый - пятый выходы блока коммутации соответственно.

На фиг.3 представлена блок-схема первого (третьего) устройства наведения (3,13) где:

23<sup>1</sup> - первый (третий) координатор цели КЦ<sub>1</sub>;  
 24 - первый (третий) световой маркер (уголковый отражатель) СМ<sub>1</sub><sup>1</sup> (СМ<sub>1</sub><sup>111</sup>);  
 25, 26 - (5, 6 соответственно) исполнительные органы (ИО<sub>5</sub><sup>1</sup>, ИО<sub>6</sub><sup>1</sup>, ИО<sub>5</sub><sup>111</sup>, ИО<sub>6</sub><sup>111</sup>);  
 27, 28 - (1,2 соответственно) датчики углового положения;  
 29, 30 - (3, 4 соответственно) коммутаторы (К<sub>3</sub><sup>1</sup>, К<sub>4</sub><sup>1</sup>, К<sub>3</sub><sup>111</sup>, К<sub>4</sub><sup>111</sup>);  
 31 - первый (третий) формирователь сигналов поиска.

На фиг.4 представлена блок - схема второго устройства наведения УН<sub>2</sub> 4, где:

32 - второй координатор цели КЦ<sub>2</sub>;  
 33 - второй световой маркер СМ<sub>2</sub> (второй уголковый отражатель УО<sub>2</sub>);  
 34, 35 - (7, 8 соответственно) исполнительные органы (ИО<sub>7</sub>, ИО<sub>8</sub>);  
 36, 37 - (3, 4 соответственно) датчики углового положения (ДУП<sub>3</sub>, ДУП<sub>4</sub>);  
 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 - (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 соответственно) коммутаторы;  
 45 - второй формирователь сигналов поиска (ФСП<sub>2</sub>);  
 46 - коммутационный вход второго устройства наведения (УН<sub>2</sub>).

На фиг.5 проведена схема поджига импульсного лазера 14, где:

47 - второй радиоприемник;  
 48 - дистанционный радиоуправляемый выключатель;  
 49 - второй источник единичного напряжения +V<sub>2</sub>;  
 50 - выход схемы поджига;  
 51 - второй элемент «И<sub>2</sub>»;  
 52 - второй инвертор (НЕ<sub>2</sub>);  
 53 - третий элемент «И<sub>3</sub>».

На фиг.6 представлена конструкция второго плёночного зеркала 9<sup>1</sup>, где:

54 - установочное кольцо с ограничителями;  
 55 - внутренняя плевмокамера, состоящая из 2-х секций;  
 56 - внешняя плевмокамера;  
 57 - радиальные трубы (шланги);

- 58 - первое эластичное зеркальное полотно;
- 59 - диэлектрическая пленка;
- 60 - металлический слой;
- 61 - источник сжатого газа (ИСГ);
- 62 - второе эластичное зеркальное полотно;
- 63 - источник вакуума (насос);
- 64 - источник ЭДС;
- 65 - кольца, изолированные друг от друга;
- 66 - источники регулируемого напряжения;
- 67 - гофрированная эластичная полоска;
- 68 - третья плевмокамера;
- 69 - шланг (газопровод);
- 70 - пружина в виде хомута;
- 71 - вентили.

На фиг. 7 приведены совмещённые кинематические и оптическая схемы системы, где наведение <sup>первого</sup> координатора цели (КЦ<sub>1</sub>) 23<sup>1</sup> первого устройства наведения УН<sub>1</sub> 3 на объект 1 осуществляется с помощью первого 72 и второго 73 кронштейнов исполнительных органов ИО<sub>5</sub> и ИО<sub>6</sub> (серводвигателей 25<sup>1</sup>, 26<sup>1</sup>), угловые положения которых определяются с помощью датчиков углового положения (ДУП<sub>1</sub> и ДУП<sub>2</sub>) (сельсинов или потенциометров) 27<sup>1</sup> и 28<sup>1</sup>. Наведение второго координатора цели 23<sup>11</sup> второго устройства наведения на источник излучения (Солнце) осуществляется с помощью третьего 74 и четвёртого 75 кронштейнов, механически связанных соответственно с валами исполнительных органов ИО<sub>7</sub> 34 и ИО<sub>8</sub> 35 (серводвигателей) и угловые положения которых определяются третьим ДУП<sub>3</sub> 36 и четвёртым ДУП<sub>4</sub> 37 датчиками углового положения второго устройства наведения 4.

Второе зеркало 9<sup>1</sup> установлено на карданном подвесе, состоящем из внутренней 76 и внешней 77 рам.

9<sup>1</sup> – второе зеркало, жёстко установлено на кольце 54, неподвижно связанной с внешней рамой карданного подвеса 77, положение которого относительно внутренней рамы 76 изменяется с помощью третьих исполнительных органов ИО<sub>3</sub> (серводвигателя) 11. Положение внутренней рамы 76 относительно гиростабилизированной платформы изменяется с помощью четвертых исполнительных органов ИО<sub>4</sub> 12.

На фиг. 8 приведены различные положения зеркала ( $\phi_1 \div \phi_6$ ) относительно Земли 78 при его вращении вокруг своей оси.

На фиг. 9 приведена функциональная блок-схема формирователей сигналов поиска (ФСП<sub>1</sub> 31, ФСП<sub>2</sub> 65), где:

79 - генератор линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН), выход которого подключен к управляющим входам первого 80 и второго 81 амплитудных модуляторов (М<sub>1</sub>, М<sub>2</sub>). Выходы модуляторов подключены к первым входам соответственно первого 82 и второго 83 сумматоров (Е<sub>1</sub>, Е<sub>2</sub>), вторые входы которых, в свою очередь, подключены к выходам соответственно первого 84 и второго 85 устройства выборки хранения (УВХ<sub>1</sub>, УВХ<sub>2</sub>), а выходы к выходам соответственно первого 86 и второго 87 аналого-цифровых преобразователей

(АЦП<sub>1</sub>, АЦП<sub>2</sub>); 88 - квадратурный генератор (G); 89 - логический блок (ЛБ), входы которого являются соответственно первым 90, вторым 91 и синхровходом 92 формирователя сигналов поиска ФСП<sub>1</sub> 31, ФПС<sub>2</sub> 45; 93 и 94 - соответственно первый и второй его выходы.

На фиг. 10 приведена функциональная схема логического блока 89, где:

90, 91, 92 - первый, второй и синхровходы; 95 и 96 - третий и четвертый инверторы (НЕ<sub>3</sub>, НЕ<sub>4</sub>), выходы которых подключены к синхронным входам установки единицы соответственно первого 97 и второго 98 триггеров, выходы которых подключены к Д-входам соответственно третьего 99 и четвёртого 100 триггеров, выходы которых в свою очередь подключены к входам четвертого элемента И 101; С- входы первых двух триггеров ТТ<sub>1</sub>, ТТ<sub>2</sub> подключены к выходу четвертого 102 инвертора. Выход четвертого элемента И 101 является выходом 103 логического блока 89.

Система для подсвета объекта работает следующим образом.

Для освещения городов, расположенных в области средних широт и экватора, систему для подсветки необходимо установить на гиростабилизированной платформе, расположенной на стационарной орбите с высотой около 36000 км. К числу преимуществ следует отнести неподвижность спутника с системой наведения зеркала относительно наземного объекта.

Вследствие большой высоты стационарной орбиты, одной системой возможно подсветить по выбору большое количество наземных объектов.

Со спутника на стационарной экваториальной орбите видна область Земли, простирающаяся на  $\pm 60^\circ$  с запада на восток и на  $\pm 70^\circ$  с севера на юг.

Экспрессная подсветка объектов в случае стихийных бедствий и аварий обеспечивается тремя системами, разнесёнными на  $120^\circ$  вдоль экватора, охватывающими полностью земную поверхность, за исключением полярных областей.

На стационарной орбите спутник почти всё время освещён Солнцем. Длительность пребывания его в тени Земли составляет лишь 1 % периода вращения Земли, что приводит к высокой эффективности системы.

Зеркало поворачивается при слежении на  $45^\circ$  за 6 часов, т. е. вращается с угловой скоростью ( $\phi' = 7,5'$  / мин (угловых минут за минуту)).

Вся система может быть обеспечена питанием солнечными батареями, которые постоянно направляются на Солнце вторым устройством наведения УН<sub>2</sub> 4.

Датчики наведения на Солнце обычно состоят из двух чувствительных элементов, электрически соединённых в мостовую схему. Одновременно в систему солнечной ориентации обычно входит датчик с круговым полем зрения, вырабатывающий информацию о направлении на Солнце с небольшой точностью, достаточной для ориентации на него поля зрения более точных датчиков устройства наведения 4.

Система для полсвета объекта устанавливается на гиростабилизированной платформе космического аппарата (КА). Все задачи управления полётом КА решаются системой управления. В число этих задач входят как ориентация и стабилизация положения КА при его перемещении в космическом пространстве,

так и наведение устройств наведения УН<sub>1</sub> и УН<sub>2</sub> по командам с Земли на те или иные объекты.

Сигналы, характеризующие физические параметры полёта, получаются от системы датчиков.

Для ориентации используются датчики направления. Стабилизация КА осуществляется также по сигналам датчика направления и по сигналам гироскопических датчиков, фиксирующих положение осей в пространстве.

Опорные параметры полёта КА закладываются в память бортового ЭВМ, вводятся на борт КА по командной радиолинии от наземных станций или снимаются с датчиков гиростабилизированной платформы.

Сравнение фактических параметров полёта с опорными, выделение сигнала ошибки и выработка на его основании управляющих сигналов осуществляется бортовым ЭВМ.

Вращение второго зеркала 9<sup>1</sup> вокруг двух взаимно-перпендикулярных осей ОХ и ОY осуществляется с помощью исполнительных органов ИО<sub>3</sub><sup>11</sup> и ИО<sub>4</sub> 12. Изменение ориентации установочного кольца 54 приводит к изменению ориентации второго зеркала. На внешней раме карданного подвеса, выполненного в виде кольца 77 неподвижно закрепляется установочное кольцо с ограничителями 54 и внутренняя плевмокамера 55. Эта камера через радиальные трубы (шланги) 57 плевматически соединена с концентричной внешней плевмокамерой 56 и образуют единую герметичную полость, которая подключается к источнику сжатого газа (ИСГ) 61. При транспортировке камера пустая и ее можно складывать. При подаче газа камера примет форму колеса. Внешнее кольцо 56 может иметь радиус десятки километров. Зеркальное полотно 58 ранее на земле крепится к плевмокамерам 55, 56. При подаче в камеру газа из источника ИСГ 61 внешнее кольцо 56 тянет за собою первое зеркальное полотно 58. Когда плевмокамеры примут окончательную форму колеса зеркальное полотно 58 должно принять форму плоскости.

Для прочности полотно может иметь капроновую основу, на которую наносят диэлектрическую пленку (например, фторопласт). Сверху диэлектрическую пленку покрывают металлическим отражающим покрытием 60 (например, алюминием).

Складные радиальные шланги 57 при подаче газа примут форму трубок. Они придают плевматическому колесу (см. фиг.6) определенную жесткость. Таким образом создается второе зеркало 9<sup>1</sup>. С помощью третьих 11 и четвертых 12 исполнительных органов второе зеркало 9<sup>1</sup> вращают вокруг осей ОХ и ОY и оно направляет после отражения солнечные лучи на наземный объект.

За счет того, что солнечный диск имеет угол зрения  $\psi$ , отраженные от зеркала 9<sup>1</sup> лучи расходятся и освещают на земле площадь большую, чем площадь зеркала.

Второму зеркалу 9<sup>1</sup> можно придать сферическую (вогнутую) форму. Это позволяет концентрировать солнечные лучи на небольшой площади и увеличить освещенность. Сфокусированные солнечные лучи могут быть использованы в оборонных целях для поджига наземных объектов противника. В мирных целях с помощью солнечных батарей лучистая энергия может быть преобразована в

электрическую. При необходимости сфокусированный луч по спирали или по любой другой заданной траектории, которая зависит от напряжений, генерируемых квадратурным генератором 45 (фиг.6) может подсветить земную поверхность как прожектором.

Для получения сферической зеркальной поверхности (см. фиг.6) кроме первого зеркального полотна 58 используется второе зеркальное полотно 62. Эти зеркальные полотна 58, 62 крепятся только к плевмокамерам 55, 56. С радиальными трубками они не соединены. Внутренняя 55 и внешняя 56 плевмокамеры совместно с зеркальными полотнами 58, 62 образуют герметическую полость, которая подключается к источнику вакуума (вакуумному насосу) 63. Источник вакуума создаёт в полости между зеркалами давление более низкое, чем в окружающем космическом пространстве. Из-за избыточного внешнего давления зеркальные полотна притягиваются друг к другу и поверхности полотен принимают сферическую форму. Стрелка прогиба  $h$  может быть рассчитана заранее и учтено при креплении полотен к внутренней плевмокамере 55. Внутренние края полотен относительно плоскости приближены друг к другу на расстоянии  $2h$ . При необходимости это расстояние также можно дистанционно менять в пределах  $0 \div 2h$  по команде с земли.

Для получения сферической зеркальной поверхности и дистанционного изменения его радиуса кривизны могут быть использованы электростатические силы.

Для этого металлические покрытия зеркальных полотен подключаются к источнику ЭДС (или напряжения) 65. Меняя напряжение можно регулировать силу электростатического притяжения полотен. Таким образом возможно дистанционно управлять фокусировкой зеркала 9<sup>1</sup> и концентрацией светового потока.

При необходимости для создания сферического зеркала возможно одновременное применение электростатических сил и избыточного давления с внешней стороны плевмосистемы.

Возможно применение обоих зеркальных поверхностей, для чего необходимо его развернуть на 180°.

Для того, чтобы плоское зеркало преобразовать в сферическое, необходимо внутреннюю плевмокамеру 55 изготовить из двух секций, плевматически связанных друг с другом и соединенных гофрированной эластичной полоской 67. В полость гофрированной полоски укладывается третья плевмокамера 68, подключенная через отдельный газопровод (шланг) 69 к источнику сжатого газа 61. Меняя давление в третьей плевмокамере возможно дистанционно менять расстояние между двумя секциями внутренней плевмокамеры в пределах от 0 до  $2h$ . Таким образом, меняют стрелку прогиба сферической поверхности второго зеркала 9<sup>1</sup> и радиус его кривизны.

На фиг.6 на гофрированную полосу сверху надета пружина в виде хомута 70. Или сама гофрированная полоска должна пружинить. В нормальном состоянии две секции внутренней камеры прижаты друг к другу. При подаче газа в третью плевмокамеру 68, вставленную в полость гофрированной эластичной полоски 67, секции внутренней плевмокамеры 55 раздвигаются. При

определенном давлении зеркальные полотна 58, 62 принимают форму плоскости. Чтобы не было дальнейшего раздвижения должны быть установлены ограничители с 2-х сторон. Этую роль выполняет установочное кольцо с ограничительными торцевыми выступами 54.

Для придания зеркальной поверхности полотна правильной сферической формы металлизированное покрытие на втрое зеркальное полотно 62 наносится в виде концентрических колец 55. Каждое кольцо имеет свой электрический вывод, припаянный к металлическому слою.

Подбирая количество, ширину полос и напряжение, подаваемое на каждое кольцо, а также давление в третьей плевмокамере 68 возможно создание зеркальных поверхностей любой конфигурации и кривизны поверхности.

В зависимости от решаемой задачи по команде с земли с помощью бортового компьютера меняются напряжения  $V_i$ , на кольцах 65 и давление в камере 68.

Для более эффективного использования системы второе крупногабаритное зеркало 9<sup>1</sup> в дневное время может быть использовано для радио, телевизионной и телефонной связи между наземными объектами. Зеркало используется как пассивный отражатель. Оно автоматически устанавливается так, что нормаль  $\bar{n}$  к центру зеркала совпало с направлением «зеркало – радиомаяк». Максимум лепестка направленности передающей антенны направляется в сторону зеркала. Система более эффективно работает, если передатчик имеет узкий лепесток направленности, например, для лазерной связи. Изучение передатчика попадает на зеркало и после отражения от него возвращается на земную поверхность. За счет углового расхождения излучения передатчика, отраженное от зеркала излучение попадает на большую площадь. Если перед координатором цели КЦ<sub>1</sub> установить углковый отражатель, а передатчик установить на следящей за спутником платформе типа УН<sub>3</sub>, при этом угол направленности антенны может быть уменьшен до угловых минут. Таким образом, система может быть использована для лазерной связи. Для лазерной космической связи между двумя наземными объектами необходимо, чтобы второй координатор цели КЦ<sub>2</sub> следил за вторым наземным объектом. Для этой цели совместно с оптическими датчиками, на втором координаторе КЦ<sub>2</sub> устанавливаются датчики радиодиапазона. Они имеют такую же конструкцию, что и в первом координаторе КЦ<sub>1</sub>.

Для направленной двухсторонней лазерной связи между двумя наземными объектами оба передатчика должны быть установлены на следующих платформах и должны направить излучение на угловые отражатели, установленные перед соответствующими координаторами цели КЦ<sub>1</sub> и КЦ<sub>2</sub>. В частном диапазоне передатчики должны работать на разных частотах для исключения взаимных помех.

Переключение режимов работы системы осуществляется по командам с земли, подающих по линии радиосвязи. Для этого в систему вводится блок коммуникации БК 10. С помощью этого блока система переводится в одну из четырех режимов работы (см. фиг.2):

а) Наведение лазерного луча на цель с помощью первого зеркала 9 (I

положение переключателя 18).

б) Односторонняя или двухсторонняя связь между двумя наземными объектами с помощью зеркала 9<sup>1</sup> (II положение).

в) Подсветка объекта отраженным от зеркала 9<sup>1</sup> излучением собственного передатчика (III положение).

г) Подсветка наземного объекта солнечным излучением с помощью второго зеркала 9<sup>1</sup> (IV положение).

В режиме «а» в центре подсвечиваемого наземного объекта (города), устанавливается радиомаяк. Для уменьшения мощности радиомаяк может быть установлен на устройстве наведения, выполненного по конструкции УН<sub>1</sub> 3 (см. фиг.3).

Первое устройство наведения УН<sub>1</sub> 3 следует за радиомаяком 1, а второе устройство наведения УН<sub>2</sub> 4 – за солнечным диском.

Устройства наведения 3, 4 (см. фиг.3) постоянно следят и держат радиомаяк и центр солнечного диска на оптических осях соответствующих координаторов цели КЦ<sub>1</sub> и КЦ<sub>2</sub>.

На выходах устройств наведения формируются два сигнала, пропорциональные угловым координатам цели  $\Delta V_\alpha$ ,  $\Delta V_\beta$  в двух плоскостях управления.

Эти сигналы поступают на входы соответствующих вычитающих усилителей ВУ<sub>1</sub> 5 и ВУ<sub>2</sub> 6. Вычитающие усилители сравнивают поступающие сигналы и формируют разностные сигналы  $\pm\alpha = \Delta V_{\alpha 1} - \Delta V_{\alpha 2}$  и  $\pm\beta = \Delta V_{\beta 1} - \Delta V_{\beta 2}$ . Формированные разностные сигналы поступают соответственно на первый и второй входы блока коммуникации БК10. Третий и четвертый входы блока коммуникации подключены к соответствующим выходам первого устройства наведения 3. Пятый и шестой входы блока коммутации подключены к третьему и четвертому выходам второго устройства наведения соответственно. При этом первый, второй, третий и четвертый выходы блока коммутации подключены к входам соответствующих исполнительных органов ИО<sub>1</sub> 7, ИО<sub>2</sub> 8, ИО<sub>3</sub> 11, ИО<sub>4</sub> 12. Пятый выход блока коммутации подключён к выходу второго устройства наведения 4.

В режиме «б» третий ИО<sub>3</sub> и четвертые ИО<sub>4</sub> исполнительные органы кинематически связаны со вторым зеркалом 9<sup>1</sup>. Второе зеркало 9<sup>1</sup> служит для наведения солнечные лучи на наземный объект (город) в ночное время. Это же зеркало используется как пассивный отражатель для целей связи между любыми двумя наземными объектами, а также для радиотелефонной космической связи в гористой местности. В последнем случае второе зеркало 9<sup>1</sup> автоматически устанавливается перпендикулярно к оптической оси первого устройства наведения УН<sub>1</sub>, следящей за радиомаяком 1, установленным в центре подсвечиваемого наземного объекта (города).

В режиме «г» первые и вторые исполнительные органы кинематически связаны с первым зеркалом 9. Это зеркало малого размера установлено в центре координат, так, чтобы точка О совпала с центром зеркала и служит для наведения мощного лазерного луча. Это зеркало изготавливают из бериллиевой бронзы и охлаждают жидким гелием.

В режиме «г» наведения лазерного луча на цели противника в качестве объекта используется цель. Второе устройство наведения УН<sub>2</sub> наводится на лазер (источник излучения 2). Лазер устанавливается на третьем устройстве наведения УН<sub>3</sub> 13 соосно лазеру, который может быть представлен в виде цилиндра, ось (излучение) которого совпадает с оптической осью координатора цели устройства наведения УН<sub>3</sub>. Для выделения лазера на фоне земной поверхности перед ним соосно неподвижно устанавливают световой маркер (или радиомаяк).

В зависимости от этого работают оптические или радиолокационные датчики (преобразователи) второго координатора цели КЦ<sub>2</sub>. Первый, второй и третий выходы - это выходы от радиолокационного датчика, а четвертую, пятый и шестой - это выходы оптического датчика.

На фиг.2 радиоприемник 17 с антенной А по команде с земли переводит трех контактный переключатель в одну из четырех позиций (I, II, III, IV). В зависимости от положения переключателя на исполнительные органы ИО<sub>1</sub>, ИО<sub>2</sub>, ИО<sub>3</sub> и ИО<sub>4</sub> поступают на отработку сигналы с выходов вычитающих усилителей или с третьего и четвертого выходов первого устройства наведения. Кроме того, переключатель 18 соединяет коммутационный пятый выход БК 10 с выходом источника единичного сигнала (+V<sub>1</sub>) 19 (IV позиция).

При верхнем (I) положении переключателя 18 система работает в режиме «а». Выходы вычитающих усилителей 5 и 6 через коммутаторы 15, 16 подключаются к входам первого и второго исполнительных органов 7 и 8 соответственно. Система управляет первым центральным металлическим зеркалом 9.

При этом, на пятом выходе блока коммуникации 10 появляется единичный сигнал +V<sub>1</sub>, который поступает на вход коммутации устройства наведения УН<sub>2</sub> 4.

В этом случае система используется для наведения мощного лазерного луча на цель. Источник излучения 2 (лазер) устанавливается на устройстве наведения УН<sub>3</sub> 13. Отрабатывая сигналы управления в 2-х плоскостях третье устройство наведения 13 наводит лазер на световой маркер (или уголковый отражатель), установленный перед координатором цели второго устройства наведения УН<sub>2</sub>.

Второе устройство наведения, в свою очередь, наводится на световой маркер (радиомаяк), установленный перед лазером 2. Когда выходные сигналы координаторов цели второго 4 и третьего 13 устройств наведения становятся равными нулю, оптические оси их совпадают. Луч лазера при этом попадает в точку О. Оптическая ось координатора цели КЦ<sub>1</sub> первого устройства наведения УН<sub>1</sub> 4, после отработки сигналов рассогласования совпадают с направлением «О - объект». После отработки исполнительными органами ИО<sub>1</sub> 7 и ИО<sub>2</sub> 8 разностных сигналов вычитающих усилителей, поступающих с их выходов, первое зеркало принимает следующее положение. Нормаль  $\vec{n}$  в точке начала координат О становится биссектрисой угла между оптическими осями координаторов цели первого и второго устройств наведения 3 и 4. Падающий лазерный луч после отражения от первого зеркала 9 попадает в цель 1.

Для поджига импульсного лазера гигантской мощности необходимо подать на него импульс поджига в тот момент, когда выходные сигналы всех координаторов цели устройств наведения 3, 4, 13 и на выходах вычитающих усилителей 5 и 6 становятся равными нулю. Выходы их необходимо подключить к элементу И 20 с инвертором НЕ 21. Единичным сигналом на выходе инвертора поджигают лазер. Для передачи информации о нулевых значениях сигнала на выходах координаторов цели и вычитающих усилителей можно использовать радиосвязь или лазерную связь.

В среднем (II) положении переключателя на вторых входах первого 15 и второго 16 коммутаторов имеем нулевое значение сигнала. При этом, выходы вычитающих усилителей подключаются к входам третьих ИО<sub>3</sub> и четвертых ИО<sub>4</sub> исполнительных органов, т.е. система управляет вторым пленочным зеркалом 9<sup>1</sup>.

Второй и третий контакты переключателя 18 соединяют выходы коммутаторов 15 и 16 с входами третьих и четвертых исполнительных органов. Эти исполнительные органы отрабатывают сигналы рассогласования поступающие на первые входы коммутаторов 15 и 16 с выходов вычитающих усилителей ВУ<sub>1</sub> 5 и ВУ<sub>2</sub> 6. Вращая второе пленочное зеркало 9<sup>1</sup>, система обеспечивает космическую связь между двумя наземными объектами. Для этого на указанных объектах устанавливаются радиомаяки. Первое устройство наведения 3 наводится на объект (радиомаяк) 1, а второе устройство наведения 4 - на второй радиомаяк. Второе зеркало 9<sup>1</sup> автоматически устанавливается так, что если направить на зеркало луч или радиоизлучение в УКВ или СВЧ диапазонах, или лазерную луч, то после отражения от металлического слоя второго зеркала 9<sup>1</sup> излучение попадает на второй наземный объект и наоборот. Для обеспечения скрытности для указанной цели можно использовать первое (маленькое) зеркало 9. Таким образом, может быть осуществлена космическая связь между двумя наземными объектами.

В третьем (III) положении переключателя 18 единичный сигнал +V<sub>1</sub> с выхода источника поступает на вторые входы первого и второго коммутаторов 15, 16 и они пропускают на выход блока коммутации сигналы с третьего (V<sub>3</sub>) и четвертого (V<sub>4</sub>) выходов первого устройства наведения УН<sub>1</sub> 3. Эти сигналы с первого и второго выходов координатора цели КЦ<sub>1</sub> первого устройства наведения УН<sub>1</sub> поступают для отработки на входы третьих и четвертых исполнительных органов. При этом, второе зеркало 9<sup>1</sup> становится перпендикулярно оптической оси первого устройства наведения УН<sub>1</sub>, направленного на радиомаяк 1.

В четвертом (IV) положении радиоуправляемого переключателя 19 система работает в режиме «г». При этом единичное напряжение +V<sub>1</sub> с выхода блока 18 поступает на пятый выход блока коммуникации 10. Этот выход подключен к входу второго устройства наведения УН<sub>2</sub> 4.

Для работы в четвертом режиме «г» необходимо, чтобы второе устройство наведения 4 имел координатор цели КЦ<sub>2</sub> 32 (см. фиг.4), датчики которого могли работать как в оптическом диапазоне (выходы 1, 2, 3), так и в диапазоне радиоволн (выходы 4, 5, 6).

По сравнению с первым 3 и третьим 13 устройствами наведения (см. фиг.3) второе устройство наведения УН<sub>2</sub> 4 (см. фиг.4) включает в себя

дополнительно пятый, шестой, седьмой, восьмой и девятый коммутаторы. При отсутствии единичного сигнала на коммутационном входе 37 первый, второй и третий выходы координатора через коммутаторы 32, 33 и 34 подключаются к соответствующим входам формирователя сигналов поиска 31. Кроме того, первый и второй выходы координатора цели 23 через восьмой 35 и девятый 36 коммутаторы подключаются к первым входам третьего 29 и четвертого 30 коммутаторов.

При нулевом сигнале на вторых входах указанных (29 и 30) коммутаторов первый и второй выходы КЦ<sub>3</sub> 23 подключаются к входам соответственно пятых 25 и шестых 26 исполнительных органов.

Таким образом, при нулевом сигнале на коммутационном входе третьего устройства наведения 4, оно работает также, что и первое 3 и третье 13 устройства наведения (см. фиг.3).

В нижнем положении радиоуправляемом переключателе 18 на коммутационный вход 46 второго устройства наведения 4 поступает единичный сигнал  $+V_1$ .

При этом пятый, шестой, к седьмой коммутаторы 38, 39, 40 пропускают на вход формирователя сигнала поиска (ФСП) 45 сигналы с четвертого, пятого и шестого выходов КЦ<sub>2</sub> 32 соответственно.

Десятый 43 и одиннадцатый 44 коммутаторы при этом пропускают на первые входы восьмого 41 и девятого 42 коммутаторов сигналы с четвертого и пятого выходов координатора цели второго устройства наведения 4 (см. фиг.3а).

В этом случае работают оптические датчики второго координатора цели 32 второго устройства наведения УН<sub>2</sub> 4.

Координаторы цели КЦ<sub>1</sub> 23 первого 3 (и третьего 13) устройств наведения работают в радиодиапазоне.

В остальном принципы работы устройств наведения 3, 4, 13 совпадают.

При необходимости работы в оптическом диапазоне в первом и третьем устройствах наведения могут быть использованы устройства наведения типа УН<sub>2</sub>, подав на коммутационный вход единичный сигнал  $+V_1$ .

В поле зрения первого устройства наведения УН<sub>1</sub> 3 попадает объект 1. В случае, когда объект не совпадает с оптической осью координатора УН<sub>1</sub>, сигналы управления на выходе КЦ<sub>1</sub> не равны нулю.

Разностные сигналы координатора КЦ<sub>1</sub> 23 подаются на пятое ИО<sub>5</sub> 25 и шестые ИО<sub>6</sub> 26 исполнительные органы (серводвигатели) для отработки. С помощью первого 72 и второго 73 кронштейнов и соответствующих серводвигателей 25 и 26 производится поворот координатора КЦ<sub>1</sub> вокруг осей ОХ и ОУ. Оптическая ось КЦ<sub>1</sub> всегда направлена в точку О, т. е. в центр сферы, по поверхности которого перемещается координатор КЦ<sub>1</sub> 23. После отработки сигналов рассогласования КЦ<sub>1</sub> координатор КЦ<sub>1</sub> 23 становится в положение, когда его оптическая ось совпадает с направлением на объект (радиомаяк) 1. В случае, когда система для подсвета объекта устанавливается на подвижном объекте, например, на борту летательного аппарата, она для «развязки» должна быть установлена на гиростабилизированной платформе. Угловое положение первого координатора цели КЦ<sub>1</sub> 23 относительно платформы в двух плоскостях

управления может быть измерено с помощью первого ДУП<sub>1</sub> 27 и второго ДУП<sub>2</sub> 28 датчиков углового положения (сельсинов или потенциометров).

Для наведения остронаправленной антенны системы автоматического сопровождения по направлению (ACH) используется радиопеленгационный метод [4].

В радиодиапазоне вместо координаторов цели КЦ<sub>1</sub> и КЦ<sub>2</sub> используются ACH<sub>1</sub> и ACH<sub>2</sub>.

Передающая антenna радиолокационной станции РЛС устанавливается в центре подсвечиваемого объекта на земной поверхности (например, города) и излучает электромагнитные волны в окружающее пространство. Для уменьшения мощности радиолокационного устройства автоматического сопровождения объекта по направлению (ACH) на КЦ<sub>1</sub> 23 может быть установлен уголковый отражатель 24.

Уголковый отражатель состоит из трёх отражающих пластин, скреплённых между собой так, чтобы плоскости были взаимно-перпендикулярными. В уголковом отражателе падающая энергия от РЛС после двух- или трёхкратного отражения от плоскостей трёх пластин направляется в ту же сторону, откуда пришло излучение. Поэтому уголковый отражатель малых размеров может создать интенсивное отражение [4].

Передающая антenna РЛС с помощью устройства автоматического сопровождения объекта по направлению (ACH) наводится на уголковый отражатель и направляет на неё электромагнитные волны. Первое устройство автоматического сопровождения объекта по направлению (ACH<sub>1</sub>), в свою очередь, направляет ось первого координатора цели КЦ<sub>1</sub> 23 (совпадающую с равносигнальным направлением ACH<sub>1</sub>) на источник излучения - РЛС 1.

Устройства автоматического сопровождения объекта по направлению ACH<sub>1</sub> и ACH<sub>1</sub> 3 могут быть выполнены по методу конического сканирования луча антенны или по моноимпульсному методу измерения угловых координат, обеспечивающим более высокую точность и позволяющим использовать как импульсное, так и непрерывное излучение энергии [4].

При использовании первого метода, как известно, при отклонении объекта от равносигнального направления максимум диаграммы направленности антенны то приближается к объекту, то удаляется от него, вследствие чего импульсы отражённых сигналов модулируются по амплитуде с частотой конического сканирования луча, а глубина модуляции зависит от величины рассогласования. Кривая, огибающая вершины отражённых импульсов, является сигналом ошибки. Начальная фаза огибающей импульсов зависит от того, насколько отклонится объект от равносигнального места по азимуту и углу места. Автоматическое сопровождение объема сводится к тому, что ось антенны автоматически поворачивается до тех пор, пока сигнал ошибки не станет равным нулю. Когда сигналы ошибок обоих устройств ACH станут равными нулю, равносигнальные линии передающей и приёмной антенн совпадают и оптическая ось первого координатора КЦ<sub>1</sub> будет направлен на излучающую антенну РЛС1.

Второй координатор цели КЦ<sub>2</sub> 32 наводится на Солнце с помощью третьего 74 и четвёртого 75 кронштейнов и кинематически связанных с ними

седьмыми ИО<sub>7</sub> 34 и восьмыми ИО<sub>8</sub> 35 исполнительными органами (серводвигателями) второго устройства наведения УН<sub>2</sub> 4 соответственно. Угловое положение координатора КЦ<sub>2</sub> относительно гиростабилизированной платформы измеряется с помощью третьего и четвертого датчиков углового положения 36 и 37. При повороте КЦ<sub>2</sub> вокруг осей ОХ и ОY его оптическая ось всегда проходит через начало системы координат ОXYZ.

ПЗС – линейки, используемые в координаторе для наведения на Солнце, не боятся локальных пересветов и не выходят из строя даже при тысячекратном превышении светового потока по сравнению с потоком насыщения. Для повышения помехоустойчивости координатора Солнца, перед объективами ПЗС-линеек устанавливаются оптические фильтры, пропускающие излучение только в ближней ИК-области спектра, например, типа ИКС-7, и нейтральные светофильтры, которые уменьшают яркость изображения солнечного диска до необходимых величин.

При любых положениях координаторов цели КЦ<sub>1</sub> и КЦ<sub>2</sub>, перемещающихся по поверхности сферы, их оптические оси пересекаются в центр сферы О. Второе зеркало 9<sup>1</sup> установлено на карданном подвесе. Карданный подвес, состоящий из внутренней 76 и внешней 77 рам, кинематически связанных с третьим ИО<sub>3</sub> 11 и четвертым ИО<sub>4</sub> 12 исполнительными органами (серводвигателями 11 и 12) соответственно, обеспечивает поворот зеркала вокруг осей ОY и ОХ.

Для направления падающих на зеркало солнечных лучей (совпадающей с оптической осью КЦ<sub>2</sub>) вдоль линии «О - цель» (совпадающей с оптической осью КЦ<sub>1</sub>) используются вычитающие усилители (блоки сравнения) ВУ<sub>1</sub> 5 и ВУ<sub>2</sub> 6.

Входы первого вычитающего усилителя ВУ<sub>1</sub> 5 подключены к выходам первого УН<sub>1</sub> 3 и второго УН<sub>2</sub> 4 устройства наведения. В I положении переключателя 18 выходы первого вычитающего усилителя ВУ<sub>1</sub> подключаются к входам первых исполнительных органов ИО<sub>1</sub> 11. ИО<sub>1</sub> обеспечивает поворот первого зеркала 9 вокруг оси ОY. Первый и второй входы второго вычитающего усилителя ВУ<sub>2</sub> 6 подключены к вторым выходам первого УН<sub>1</sub> и второго УН<sub>2</sub> устройств наведения соответственно. Выход ВУ<sub>2</sub> подключается к входу вторых исполнительных органов ИО<sub>2</sub>. ИО<sub>2</sub> обеспечивают поворот зеркала вокруг оси ОХ.

Вычитающие усилители (блоки сравнения) 5 и 6 формируют разностные сигналы  $\Delta U = U_1 - U_2$ , где  $U_1$  и  $U_2$  - напряжения, снимаемые с двух датчиков углового положения УН<sub>1</sub> и УН<sub>2</sub>, (например, с потенциометров). Подвижные контакты потенциометров кинематически связаны с кронштейнами, с помощью которых координаторы цели КЦ<sub>1</sub> и КЦ<sub>2</sub> направляются на объект 1 и на источник излучения 2. Вычитающий усилитель выполнен на операционном усилителе. Разностный сигнал  $\Delta U$  на выходе вычитающего усилителя пропорционален разности углов  $\Delta\alpha$  (или  $\Delta\beta$ ) в двух плоскостях управления (ХОZ и YOZ). Разностный сигнал  $\pm\Delta U$  поступает для обработки на соответствующие исполнительные органы ИО<sub>1</sub> 11 и ИО<sub>2</sub> 12. Исполнительные органы врашают зеркало вокруг осей ОХ и ОY, сводя сигналы рассогласования к нулю.

При выходе объекта первого координатора цели КЦ<sub>1</sub>, система переходит в режим «поиска». При этом входы пятых и шестых исполнительных органов через

трети 29 и четвертые 30 коммутаторы подключаются к выходам первого формирователя сигналов поиска ФСП<sub>1</sub> 31.

Аналогично, при выходе источника излучения 2 из поля зрения второго координатора цели 32 второго устройства наведения УН<sub>2</sub> 4 входы седьмых 34 и восьмых 35 исполнительных органов подключаются к выходам ФСП<sub>2</sub> 45.

Формирователи сигналов поиска ФСП<sub>1</sub> 31 устройств наведения УН<sub>1</sub>, УН<sub>2</sub> формируют два сигнала, сдвинутых по фазе на 90° ( $\sin \phi$ ,  $\cos \phi$ ) с линейно нарастающей амплитудой. При подаче таких сигналов исполнительные органы ИО<sub>5</sub> 25 и ОИ<sub>6</sub> 26 (34 и 35) вращают КЦ<sub>1</sub> (КЦ<sub>с</sub>) вокруг осей ОХ и ОY так, что оптическая ось координаторов сканируются по спиральной развёртке.

После попадания Солнца в поле зрения второго координатора цели его излучение регистрируется с помощью оптико-электронных преобразователей КЦ<sub>2</sub> 32. С его выходов на синхровходы 92 ФСП поступают синхроимпульсы с выходов синхрогенератора, а на первый 90 и второй 91 входы ФСП -формированные сигналы с выходов блоков выделения сигналов цели. При наличии обоих сигналов с выходов блоков выделения сигналов цели. Система переходит в режим слежения. Коммутаторы 41, 42, 43, 44 подключают входы исполнительных органов ОИ<sub>7</sub> и ИО<sub>8</sub> к выходам координатора цели КЦ<sub>2</sub> 32 УН<sub>2</sub>.

Формирователи сигналов поиска (ФСП<sub>1</sub>) 31 и (ФСП<sub>2</sub>) 45 работают следующим образом (см. фиг.9).

Если в промежутке между двумя соседними синхроимпульсами не появится импульс цели (хотя бы на одном из информационных входов ФСП<sub>1</sub>), то на выходе логического блока 103 появится уровень логической единицы (работа логического блока будет рассмотрена ниже), который блокирует запись новой информации в УВХ<sub>1</sub> 84 и УВХ<sub>2</sub> 85. В момент переключения на выходе ЛБ 103 нуля в единицу, т. е. по переднему фронту, напряжение на выходе ГЛИН 79 обнуляется и начинает линейно нарастать (с нуля).

Выходное напряжение ГЛИН модулирует посредством модуляторов М<sub>1</sub> 70 и М<sub>2</sub> 71 гармонические сигналы с выходов квадратурного генератора 78. Причём, сигналы на выходах квадратурного генератора 88 сдвинуты по фазе на 90°. Это позволяет получить на выходах амплитудных модуляторов 80 и 81 гармонические сигналы, сдвинутые по фазе на 90° (синус и косинус), с линейно нарастающей амплитудой.

На выходах первого и второго сумматоров 72 и 73 появляются напряжения, равные сумме напряжений на выходах модуляторов соответственно 80 и 81 и УВХ<sub>1</sub>, УВХ<sub>2</sub> соответственно 84 и 85, т. е.  $U_{УВХ_1} + U_{M_1} = U_{\Sigma_1}$ ; здесь

$U_{УВХ_1}$ ,  $U_{M_1}$ ,  $U_{\Sigma_1}$  - напряжения на выходах соответственно УВХ<sub>1</sub> модулятора М<sub>1</sub> и сумматора Е<sub>1</sub>.

Аналогично  $U_{УВХ_2} + U_{M_2} = U_{\Sigma_2}$  АЦП<sub>1</sub> 86 и АЦП<sub>2</sub> 87 преобразуют напряжения на выходах сумматоров соответственно 82 и 83 в цифровой сигнал. Если от ФСП<sub>1</sub> и ФСП<sub>2</sub> требуются управляющий сигналы поиска в аналоговой форме, то необходимость в АЦП<sub>1</sub> 86 и АЦП<sub>2</sub> 87 отпадает.

Подавая сигналы с выходов сумматоров 82 и 83 (посредством АЦП<sub>1</sub> 86 и

АЦП<sub>2</sub> 87) на пятые и шестые (седьмые и восьмые) исполнительные органы устройств наведения УН<sub>1</sub> (УН<sub>2</sub>), обеспечивающие поворот КЦ<sub>1</sub> 23 (КЦ<sub>2</sub> 32) в двух взаимно перпендикулярных плоскостях вокруг осей ОХ и ОY системы координат ОХYZ, связанной с гиростабилизированной платформой, добиваются сканирования пространства. Положение начала спирали зависит от напряжений на выходах УВХ<sub>1</sub> 84 и УВХ<sub>2</sub> 85, т. е. эти напряжения пропорциональны тангенсам угловых координат.

Если в поле зрения координатора КЦ<sub>1</sub> 23 (КЦ<sub>2</sub> 32) появляется радиомаяк (или солнце), то излучение регистрируется с помощью детекторов или ОЭП-ов, и на выходах блоков выделения цели БВЦ появляются импульсы выделения цели [3], которые обеспечивают уровень логического нуля на выходе ЛБ 103. В этот момент (по заднему фронту импульса на выходе ЛБ 89 в УВХ<sub>1</sub> 84 и УВХ<sub>2</sub> 85 записываются мгновенные (текущие) значения напряжений на выходах сумматоров соответственно 82 и 83, а также обеспечивает нулевое напряжение на выходе ГЛИН. И пока цель будет находиться на пути луча, логический блок будет формировать «1», что обеспечивает нулевое напряжение на выходе ГЛИН 79, а на выходе сумматоров 82 и 83 напряжение не будет меняться, т.к. в УВХ<sub>1</sub> 84 и УВХ<sub>2</sub> 85 хранятся величины напряжений, сформированные на выходах сумматоров 82 и 83 в момент прихода «0» на выходе ЛБ 89 (т.е.  $U_{УВХ_1} = U_{\Sigma_1}$ ), а на выходе ГЛИН - «0» (т.е.  $U_{M_1} = 0$ ).

Таким образом, обеспечивается неподвижное положение зеркала 9. Если цель уходит из поля зрения КЦ<sub>1</sub> 23 или (КЦ<sub>2</sub> 32), то на выходе ЛБ 89 появится уровень логической единицы, ГЛИН начинает вырабатывать линейно-нарастающее напряжение, блокируется запись в УВХ<sub>1</sub> 84 и УВХ<sub>2</sub> 85 и процесс (спиральная развертка) начинается, причем, центр спирали находится на прямой, которая пересекала цель в момент ее «ухода» из поля зрения координатора цели.

Если в поле зрения координатора цели не появилась цель, и напряжения на выходе ГЛИН выросло до какого-то наперед заданного значения (которое определяется полем зрения системы), то ГЛИН сбрасывает выходное напряжение и весь описанный процесс начинается заново.

Квадратурный генератор 88 может быть реализован так, как указано на рис. 5.12, стр.137 [7], УВХ – так, как указано на рис.3.1. стр.77 в [7]. При этом чтобы УВХ и сумматоры были бы не инвертирующими, необходимо последовательно с ними включать инверторы с единичным коэффициентом передачи – 1 (см. рис.1.8 «в», стр. 18 в [7]).

АЦП может быть реализован по схемам, приведенным в [6] (см. рис. 24, 23, стр.458).

В качестве амплитудных модуляторов могут быть использованы типовые амплитудные модуляторы, причем управляющие входы, которых подключены к выходу ЛБ, а входы для несущей частоты - к соответствующим выходам квадратурного генератора.

ГЛИН может быть реализован на основе типового генератора нарастающей «пилы».

В описываемом формирователе могут быть использованы микросхемы

типа К153УД2, К140УД7, К140УД8, К154УД2, полевые транзисторы с изолированным затвором, конденсаторы с малым значением тангенса-угла потерь и т.д.

Логический блок 89 можно реализовать так, как указано на фиг.10. ЛБ функционирует следующим образом.

Синхроимпульс, пришедший на вход 91 посредством инвертора 102, обнуляет первый 97 и второй 98 триггеры, причем это происходит по заднему фронту синхроимпульса, т.к. применяются триггеры на микросхемах типа К155ТМ2, которые переключаются при переключении «0» в «1».

По переднему фронту синхроимпульса информация из указанных триггеров переписывается в третий 99 и четвертый 100 триггеры (эти триггеры также реализованы на микросхемах типа К155ТМ2). Такая работа четырех триггеров обеспечивается тем, что импульсы на их синхровходы поступают в противофазах.

Первый 97 (или второй 98) триггер будет в единичном состоянии, если в текущий период между двумя соседними синхроимпульсами с соответствующего блока выделения цели (БВЦ) на вход 90 (102) придет импульс цепи, иначе - в нулевом состоянии. Эта информация, после прихода синхроимпульса, переписывается в третий 99 (четвертый 100) триггер.

Т.о., на прямом выходе третьего 99 (четвертого 100) триггера появляется девическая единица, если в прошедшем промежутке между двумя соседними синхроимпульсами появится импульс объекта с выхода соответствующего БВЦ, иначе - нулевое значение сигнала.

Нулевое состояние хотя бы одного из двух 99 и 100 триггеров обеспечивает уровень логического нуля на выходе ЛБ. Это обеспечивает элемент И91, который может быть реализован на микросхеме типа К155ЛИ1.

Инверторы могут быть реализованы на микросхеме типа К155ЛН1.

Исполнительные органы в системах для подсвета могут быть использованы гироскопические, электромеханические и электрогидравлические. Первые предпочтительнее, так как являются безинерционными [1]. В этом случае при отклонении оси координатора от направления коррекционные датчики, на которые посылаются сигналы перекрестным образом и связанные с осями рам, создают вращающие моменты, под действием которых гироскоп прецессирует в направлении объекта.

Измеряя силу тока в обмотках корреляционных датчиков (величина моментов) можно определить проекции вектора угловой скорости линии визирования на два взаимно-перпендикулярные направления [1]. Остановив на осях вращения рамок карданного узла движки потенциометрических датчиков, можно определить угловые координаты относительно платформы, на которой закреплен гироскоп. В этом случае корпуса датчиков должны быть жестко связаны с платформой [1].

В качестве серводвигателей в электромеханических установках автоматического сопровождения можно использовать двигатели постоянного тока [1]. С учетом величины и знаков выходных сигналов серводвигатели устраниют рассогласования между осью координаторов и направлением на цель. На осях

вращения рамок координатного узла устанавливают движки потенциометров или сельсины, с которых снимаются сигналы, определяющие угловое положение координаторов цели относительно оси управляемого объекта.

Для получения сигнала, пропорционального угловой скорости линии визирования используются тахогенераторы, кинематически связанные с валами серводвигателей. Эти же тахогенераторы могут быть использованы как элементы гибкой обратной связи. Для управления объектом используется информация об угловом положении и угловой скорости линии визирования следящего привода. Сигналы, пропорциональные угловому положению координаторов, снимаются с потенциометров или сельсинов-датчиков, установленных на осях вращения рамок карданного подвеса. А сигналы, пропорциональные угловой скорости визирования, снимаются с сопротивлений, включенных в цепи обмоток коррекционных датчиков моментов гироскопического привода или с тахогенераторов, кинематически связанных с серводвигателями электромеханического привода.

Кроме автоматического подсвета наземных объектов устройство обеспечивает выдачу информации об угловом положении цели относительно оси ОZ. Для этой цели используется информация об угловом положении наземного объекта, снимаемая с выходов ДУП<sub>1</sub> 27 и ДУП<sub>2</sub> 28. Разработанная система по сравнению с прототипом обеспечивает автоматическую подсветку наземных объектов с космоса. При этом повышается точность измерения угловых координат, так как луч наводится на центр изображения цели.

Источники информации, взятые во внимание при составлении заявки.

1. Криксунов Л.З., Усольцев И.Ф. Инфракрасные системы./ М., «Сов. Радио», 1968, стр.157-239.
2. Шумейко И. И. (редактор). Астронавтика и ракетодинамика./ Экспресс-информация, № 43, М., 1989, стр.27-34.
3. Заявка ФРГ №3412076. G01 B-11/03. Устройство для определения двумерных координат световой точки.
4. Патент США № 3946233. Система оружия для обнаружения и использования против неподвижных и движущихся целей.
5. Сонин Е.К. Радиоэлектронное оборудование космических аппаратов./ М., «Энергия», 1972, стр.6-17, 24-33, 72-92.
6. Шило В.Л. Линейные интегральные схемы. М., «Сов. Радио», 1979, стр. 158.
7. Алексенко А.Г., Коломбет К.А., Стародуб Г.И. Применение прецизионных аналоговых ИС./ М., «Сов. Радио», 1980.

### Формула изобретения.

П.1. Система для подсвета объекта, содержащая источник излучения, первое устройство наведения, оптически сопряжённое с объектом, и первое зеркало, кинетически связанное с первыми и вторыми исполнительными органами, отличающаяся тем, что она содержит дополнительно втрое устройство наведения, оптически сопряжённое с источником излучения, первый и второй вычитывающие усилители, блок коммутации, третий и четвертые исполнительные органы и второе зеркало, кинетически связаны с третьими и четвертыми исполнительными органами, входы которых подключены к соответствующим выходам блока коммутации, первый и второй входы которого подключены к выходам соответствующих, вычитывающих усилителей, первые и вторые выходы которых, в свою очередь, подключены к первому и второму выходам соответственно первого и второго устройств наведения, при этом, вход второго устройства наведения подключен к пятому выходу блока коммутации, первый и второй выходы которого соединены с соответствующими исполнительными органами, третий и четвертый входы подключены к соответствующим выходам первого устройства, а пятый и шестой входы – соответственно к третьему и четвертому выходам второго устройства наведения.

П.2. Система для подсвета объекта по П.1 отличающаяся тем, что блок коммутации содержит первый и второй коммутаторы, первый радиоприемник, трехконтактный четырехпозиционный радиоуправляемый переключатель, первый источник единичного напряжения, первый элемент И, первый инвентор и радиопередатчик, при этом, первые и третий входы первого и второго коммутаторов являются соответственно первым – четвертым входами блока коммутации, первый, третий выходы которого через радиоуправляемый переключатель соединен с выходами первого коммутатора, второй и четвертый с выходом второго коммутатора, а пятый выход в третьей позиции переключателя соединен с выходом источника единичного напряжения, кроме того, вторые и третий контакты переключателя во вторых – четвертых позициях запалаллелены, а в третьей позиции выход источника единого напряжения подключен к запараллельным вторым выходом первого и второго коммутаторов, при этом первый – шестой входы элемента И подключены соответственно к первому – шестому входам блока коммуникации, а выход – через инвентор к радиопередатчику.

П.3. Система для подсвета объекта, по П.1, отличающаяся тем, что первое (третье) устройство наведения содержит кинетически связанные первый координатор цели, пятые и шестые исполнительные органы, первый и второй датчики углового положения, входы которых являются соответственно первым и вторым выходами устройства наведения, кроме того, оно содержит первый формирователь сигналов поиска и третий, четвертый коммутаторы, первые выходы которых соединены соответственно с с первым и вторым

выходами координатора цели соответственно, первый, второй и третий выходы которого соединены с соответствующими входами формирователя сигналов поиска, первый и второй выходы которого подключены к третьим входам соответственно первого и второго коммутаторов, а третий выход – к запараллеленным вторым входам третьего и четвертого коммутаторов, выходы которых, в свою очередь, соединены со входами пятых и шестых исполнительных органов соответственно.

П.4. Система для подсвета объекта по П.1, отличающаяся тем, что второе устройство наведения содержит кинематически связанные координатор цели, с установленными на нем световым маркером (или уголковым отражателем), седьмые и восьмые исполнительные органы, третий и четвертые датчики углового положения, выходы которых являются первым и вторым выходами устройства наведения, а также пятый – одиннадцатый коммутаторы и второй формирователь сигналов поиска, при этом, первые входы пятого шестого и седьмого коммутаторов подключены соответственно к первому, второму и третьему выходам, а третий входы – соответственно к четвертому, пятому и шестому выходам второго координатора цели, первый и второй выходы которого являются третьим и четвертым соответственно выходами устройства наведения, кроме того, вторые входы указанных коммутаторов запараллелены со вторыми входами десятого и одиннадцатого коммутаторов и являются входом коммутации устройства наведения, при этом выходы пятого, шестого и седьмого коммутаторов подключены соответственно к первому, второму и третьему входам второго формирователя сигналов поиска, первый и второй выходы которого подключены соответственно к третьим входам восьмого и девятого коммутаторов, вторые входы которых запараллелены и подключены к третьему выходу второго формирователя сигналов поиска, при этом первые входы восьмого и девятого коммутаторов подключены соответственно к выходам десятого и одиннадцатого коммутаторов, первые входы которых подключены к первому и второму, а третий входы – к четвертому и пятому выходам второго координатора цели соответственно.

П.5. Система для подсвета объекта по П.4, отличающаяся тем, что источником излучения является лазер, который установлен на третьем устройстве наведения, при этом лазер соединен со схемой поджига, первый и второй входы которой подключены к третьему и четвертому выходам третьего устройства наведения.

П.6. Система для подсвета объекта по П.5, отличающаяся тем, что схема поджига лазера содержит второй радиоприемник, дистанционно управляемый включатель, соединенный со вторым источником единичного сигнала, а также последовательно соединенные второй элемент И, второй инвентор и третий элемент «И<sub>8</sub>», второй вход которого подключен через дистанционно управляемый включатель к источнику единичного напряжения, а выход третьего элемента И является выходом схемы поджига лазера, кроме того,

первый и второй входы второго элемента «И» являются входами системы поджига, связанные с третьим и четвертым выходами третьей системы наведения соответственно.

П.7. Система для подсвета объекта по П.3, отличающаяся тем, что формирователь сигналов поиска содержит логический блок, выход которого подключен к входу обнуления генератора линейно изменяющегося напряжения и запараллеленным входам разрешения записи первого и второго устройств выборки – хранения, выходы и информационные входы которых подключены соответственно к первым входам и выходам соответственно первого и второго сумматоров, вторые входа которых подключены соответственно к выходам первого и второго модуляторов, первые входы которых запараллелены и подключены к выходу генератора линейно изменяющегося напряжения, а вторые входы первого и второго модуляторов подключены – соответственно к первому и второму выходам квадратурного генератора, кроме того, <sup>бз</sup> входы первого и второго сумматоров подключены к входам соответственно первого и второго аналого-цифровых преобразователей, при этом входы и выход блока, а также выходы аналого-цифровых преобразователей являются соответственно входами и выходами формирователя управляющих сигналов.

П.8. Система для подсвета объекта по П.1, отличающаяся тем, что первое устройство наведения, оптически сопряженное с объектом, содержит первый координатор цели, кинематически связанный через первый и второй кронштейнов с пятыми и шестыми исполнительными органами и с первым и вторым датчиками углового положения соответственно, при этом второе устройство наведения, оптически сопряженное с источником излучения, содержит второй координатор цели, кинематически связанный через третий и четвертый кронштейнов с седьмыми и восьмыми исполнительными органами и третьими и четвертыми датчиками углового положения, при этом, первое зеркало кинематически связано с первыми исполнительными органами и установлено на внутренней раме первого карданного подвеса, внешняя рама которого кинематически связана со вторыми исполнительными органами, кроме того, система содержит второй карданный подвес, состоящий из внутренней и внешней рам, кинематически связанных соответственно с третьими и четвертыми исполнительными органами, при этом внешняя рама второго карданного подвеса соединена с концентрическим кольцом, но котором закреплено второе зеркало.

П.9. Система для подсвета объекта по П.1, отличающаяся тем, что второе зеркало выполнено в виде двух, концентрических внешнему кольцу карданного подвеса и связанных с ним, внутреннего и внешнего пневмокамер, соединенных пневматически друг с другом радиальными трубками, а также с источником сжатого газа (воздуха), при этом, пневмокамеры и радиальные трубы связаны с зеркальным полотном, состоящим из эластичной

диэлектрической плёнки, на которое нанесено отражающий свет металлический слой (например, алюминий).

П.10. Система для подсвета объекта по П.9, отличающаяся тем, что второе зеркало содержит дополнительно второе зеркальное полотно, которое устанавливается на фиксированном расстоянии от первого, при этом, металлические слои полотен подключены к разным полюсам вновь введенного источника ЭДС.

П.11. Система для подсвета объекта по П.9, отличающаяся тем, что первое и второе зеркальные полотна совместно со внутренней и внешней пневмокамерами создают герметичную полость пониженного давления, подключенную к вновь введенному источнику вакуума.

П.12. Система для подсвета объекта по П.10, отличающаяся тем, что внутренняя пневмокамера выполнена из 2-х секций, пневматически связанных друг с другом и соединенные гофрированной эластичной полоской так, что имеет возможность относительного смещения друг от друга кроме, того металлический слой второго зеркального полотна имеет форму изолированных друг от друга концентрических колец, подключенных к разным регулируемым источникам напряжения.

Система для подсвета объекта относится к навигационной технике, а именно, к оптико-электронным системам автоматического сопровождения движущихся объектов.

Задача заявляемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей координатора путём обеспечения поиска наземной цели и его подсвета из космоса.

Технический результат при осуществлении изобретения заключается в том, что повышается точность измерения угловых координат цели, т. к. луч наводится на центр изображения цели.

Указанный технический результат при этом заключается в том, что в устройстве, содержащем первое устройство наведения на объект, введено дополнительно второе устройство наведения, оптически сопряжённое с источником излучения, первый и второй вычитающие усилители, первые и вторые исполнительные органы и зеркало. При этом первые выходы первого и второго устройств наведения подключены к соответствующим входам первого вычитающего усилителя, а вторые выходы – к соответствующим входам второго вычитающего усилителя. Выходы первого и второго вычитающих усилителей подключены к входам соответствующих исполнительных органов, кинематически связанных с зеркалом.

Блок коммутации содержит первый и второй коммутаторы, радиоприемник, трех контактный четырехпозиционный радиоуправляемый переключатель, источник единичного напряжения, элемент И, инвертор и радиопередатчик с соответствующими связями друг с другом.

Первое и третье устройства наведения имеют одинаковые структурные схемы и включают электрически связанные друг с другом координатор цели (КЦ), формирователь сигналов поиска (ФСП), первый и второй датчики углового положения (ДУП<sub>1</sub>, ДУП<sub>2</sub>) и коммутаторы, а также третий и четвёртые исполнительные органы (ИО<sub>3</sub>, ИО<sub>4</sub>), кинематически связанные с координатором цели и датчиками углового положения.

Второе устройство наведения содержит кинематически связанные координатор цели, с установленными на нем световым маркером (или уголковым отражателем), пятые и шестые исполнительные органы первый и второй датчики углового положения, выходы которых являются первым и вторым выходами устройства наведе-

ния, а также третий – девятый коммутаторы и формирователь сигналов поиска с соответствующими связями друг с другом.

Схема поджига лазера содержит второй радиоприемник, дистанционно управляемый включатель, соединенный со вторым источником единичного сигнала, а также последовательно соединенные второй элемент И, инвертор и третий элемент И, второй вход которого подключен через дистанционно управляемый включатель с источником единичного напряжения, а выход третьего элемента И является выходом схемы поджига лазера. Кроме того, первый и второй входы первого элемента «И» являются входами системы поджига, которые подключаются к третьему и четвертому выходам третьей системы наведения.

*Часть,*

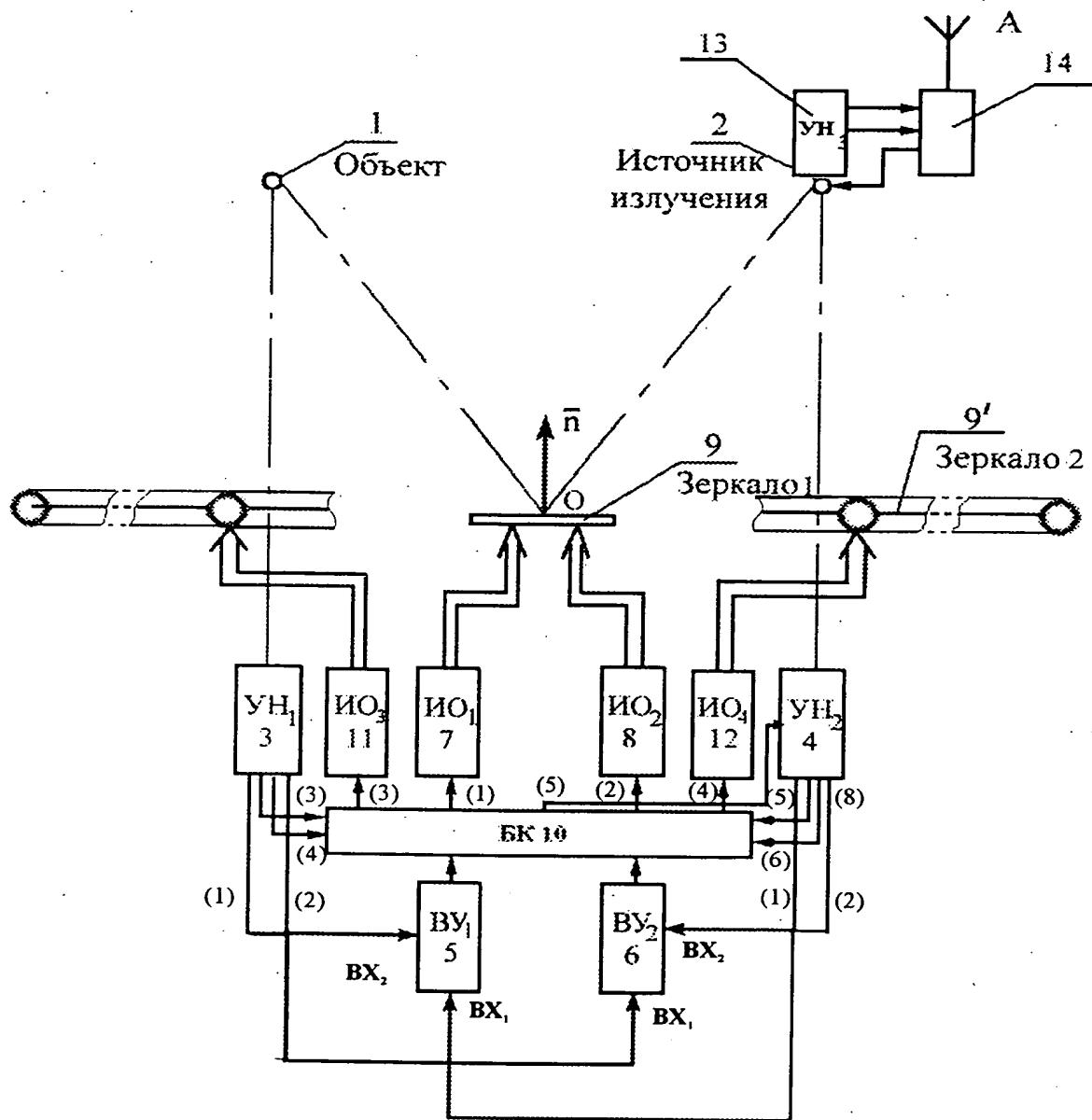
Зеркало выполнено в виде двух концентрических внешнему кольцу карданного подвеса, и связанных с ним внутренней и внешней пневмокамер, соединенных пневматически друг с другом радиальными трубками, а также с источником сжатого газа (воздуха). При этом, пневмокамеры и радиальные трубы связаны с зеркальным полотном, состоящим из эластичной диэлектрической пленки, на которое нанесено отражающий свет металлический слой (например, алюминий).

Во втором варианте зеркало содержит дополнительно второе зеркальное полотно, которое устанавливается на фиксированном расстоянии от первого. При этом металлические слои полотен подключены к разным полюсам вновь введенного источника ЭДС.

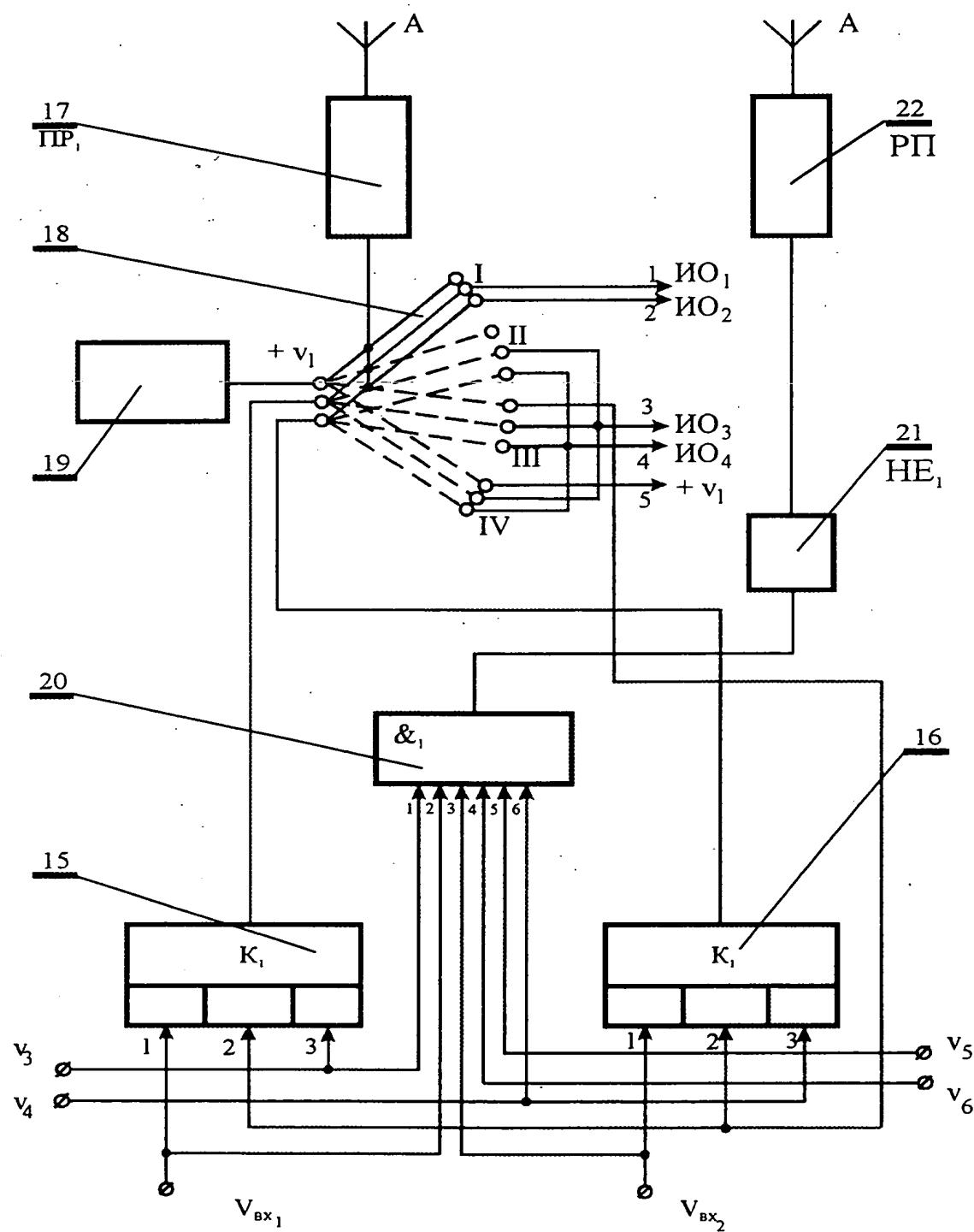
Внутренняя пневмокамера выполнена из 2-х секций, пневматически связанных друг с другом и соединенных гофрированной эластичной полоской так, что имеют возможность относительного смещения друг от друга. Кроме того, металлический слой второго зеркального полотна имеет форму изолированных друг от друга концентрических колец, подключенных к разным регулируемым источникам напряжения.

Описание: 20 стр., 10 фиг., 12 з.п.и.

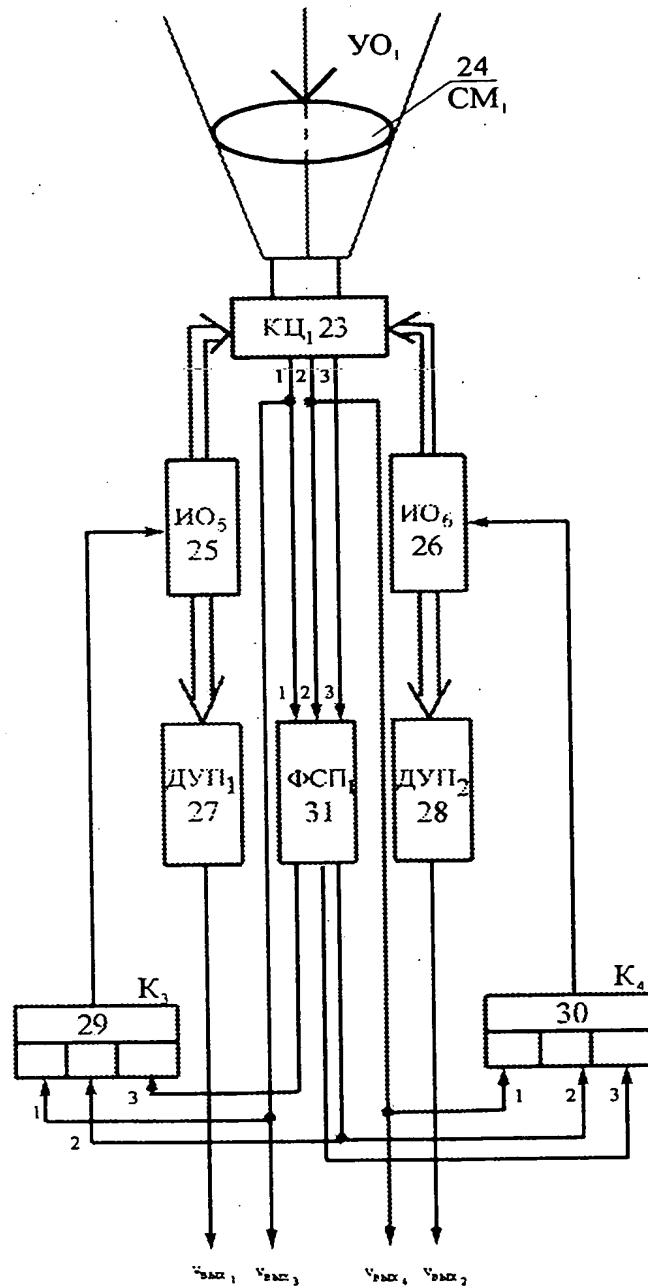
**Система  
для подсвета объекта**



## Система для подсвета объекта

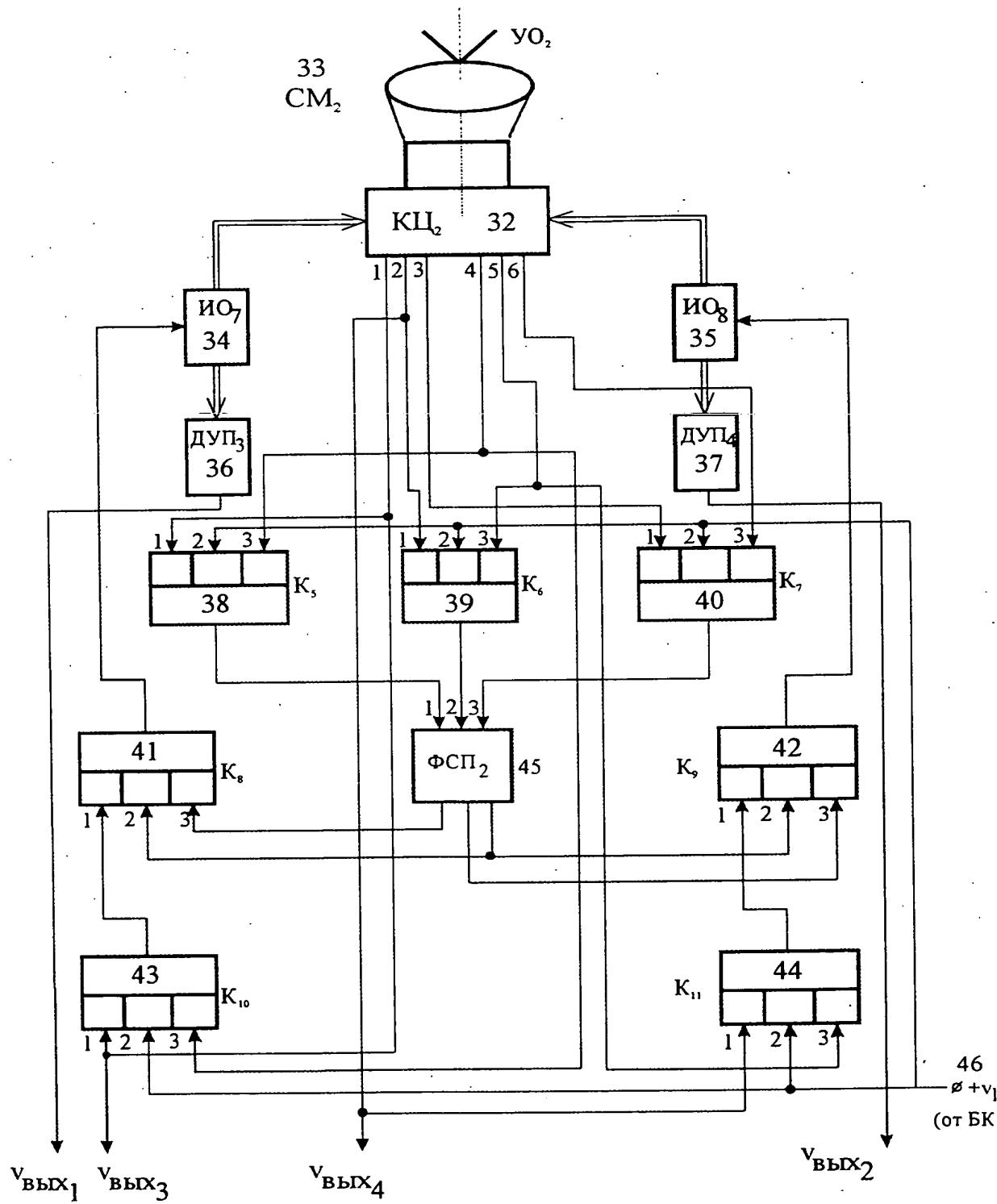


Фиг. 2

Система  
для подсвета объекта

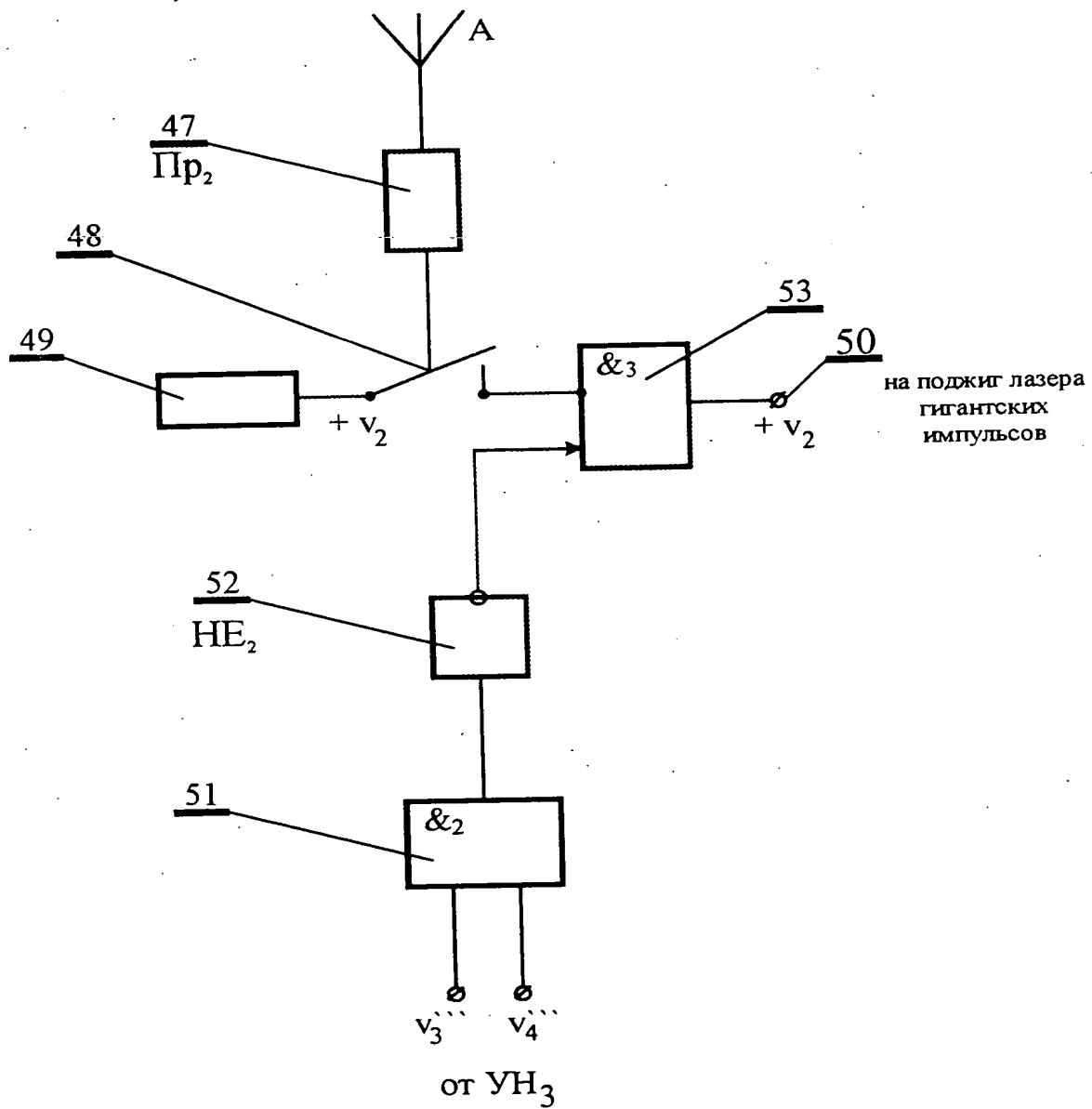
Фиг. 3

## Система для подсвета объекта



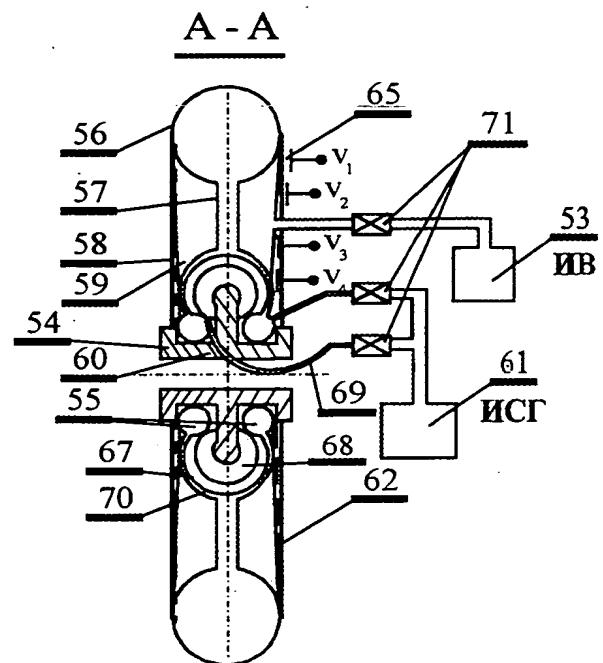
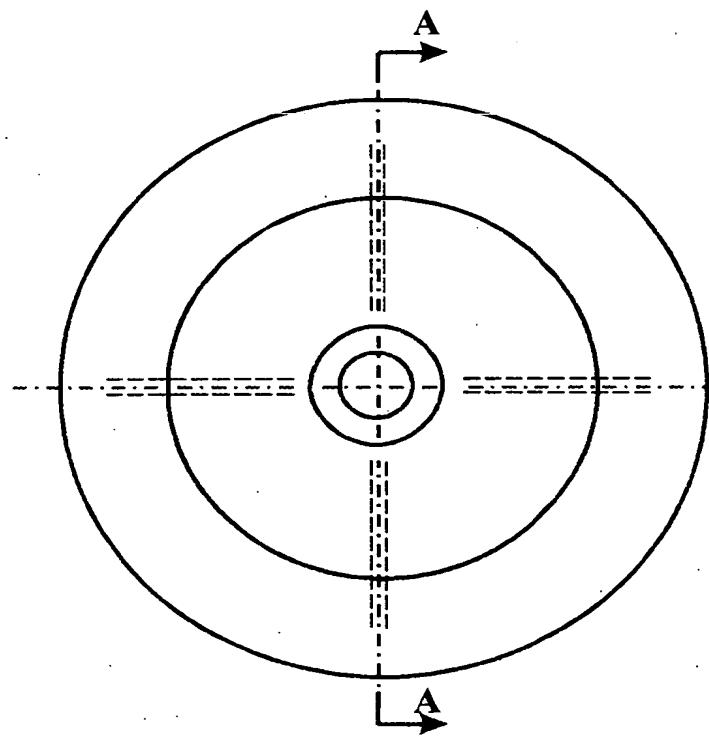
Фиг. 4

Система  
для подсвета объекта



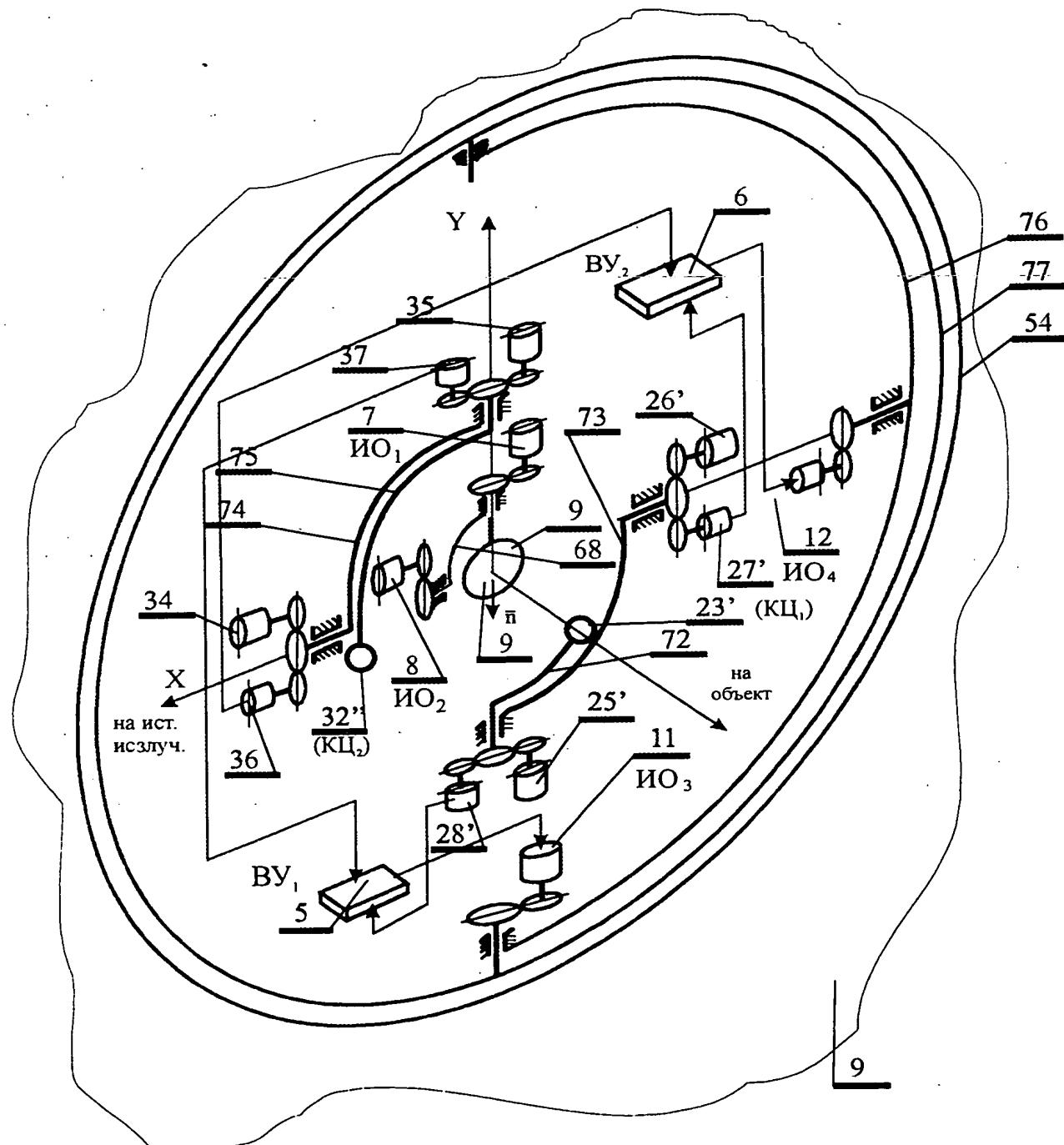
Фиг. 5

## Система для подсвета объекта



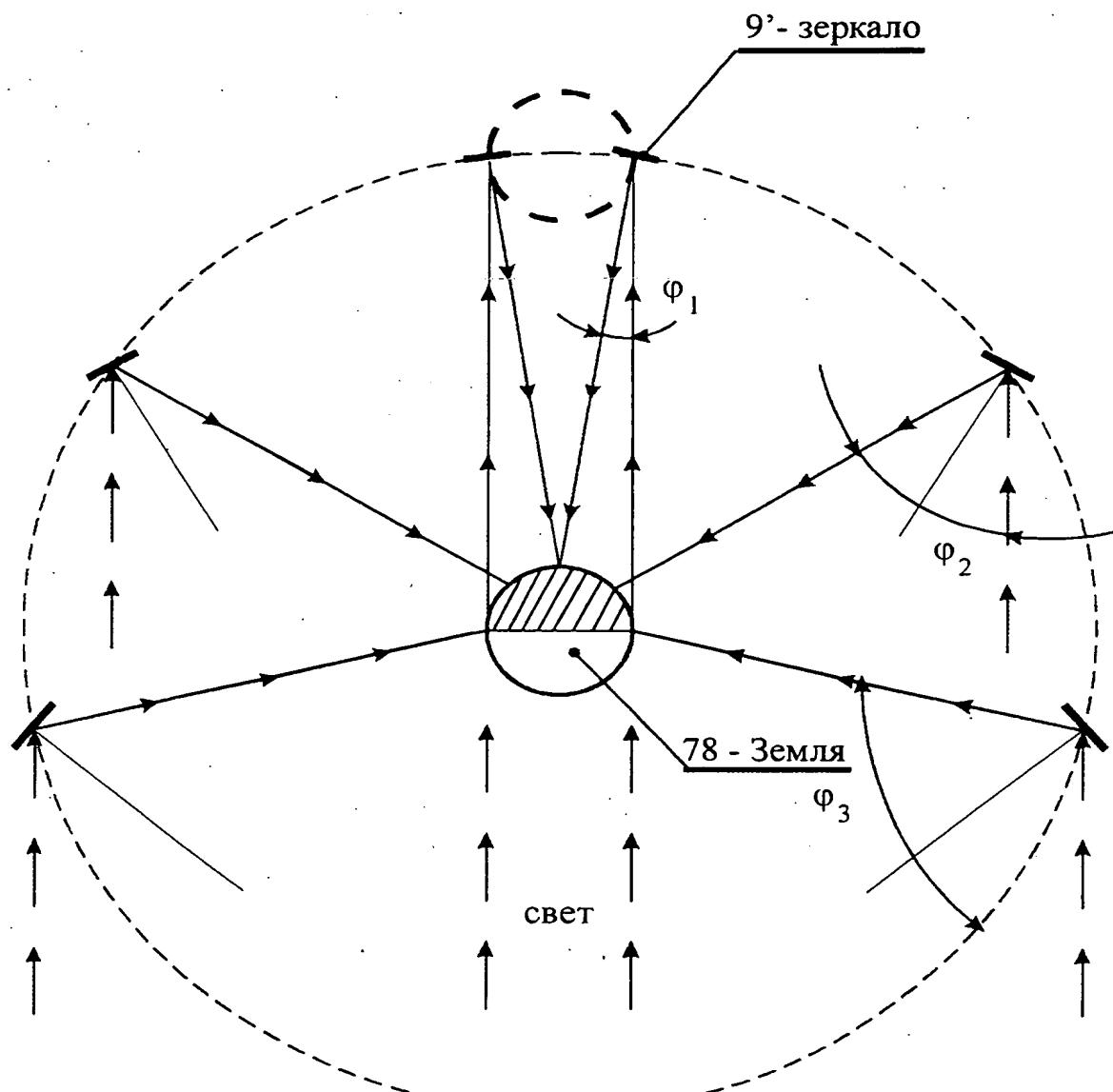
Фиг. 6

## Система для подсвета объекта



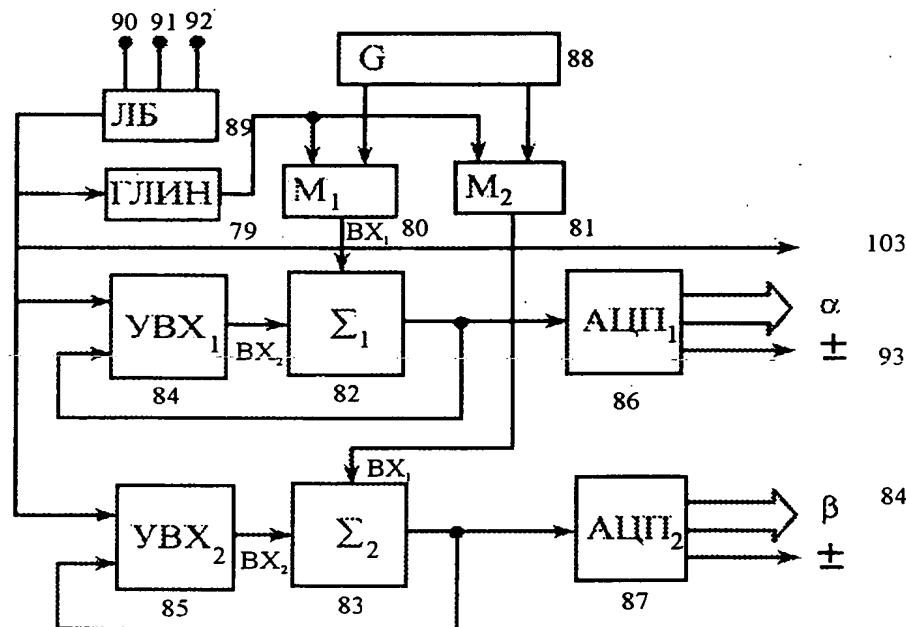
Фиг. 7

Система  
для подсвета объектов

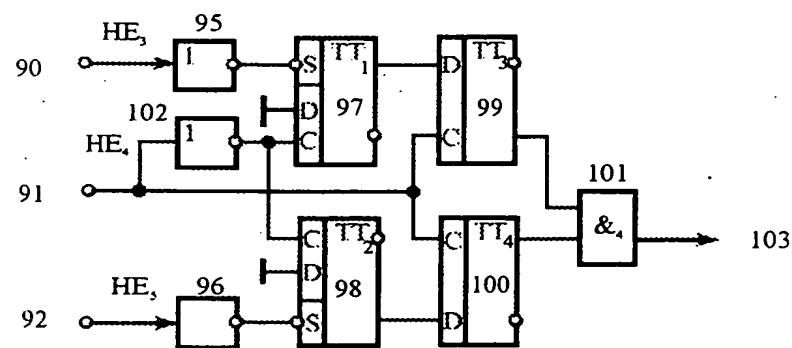


Фиг. 8

Система  
для подсвета объекта



Фиг. 9



Фиг. 10